



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 100 01 637 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 65 H 23/02

②1 Aktenzeichen: 100 01 637.5
②2 Anmeldetag: 17. 1. 2000
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 2000

DE 100 01 637 A 1

⑥6 Innere Priorität:
199 01 592. 9 16. 01. 1999

⑦1 Anmelder:
Theva Dünnschichttechnik GmbH, 85386 Eching,
DE

⑦4 Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 81679
München

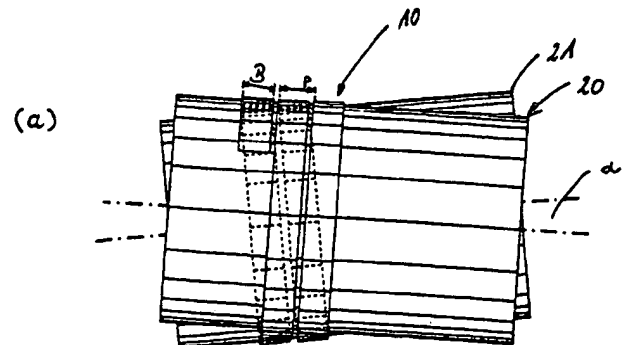
⑦2 Erfinder:
Kinder, Helmut, 85354 Freising, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung und Verfahren zum Verarbeiten eines Bandes in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verarbeiten eines Bandes (10) in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen, und insbesondere die Herstellung eines Bandes (10), das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist. Entsprechend sind zumindest zwei Transportelemente (20, 21) vorgesehen. Das Band (10) wird in einer Vielzahl von Windungen um die zumindest zwei Transportelemente (20, 21) transportiert, so daß das Band (10) in dem Verarbeitungsbereich verarbeitet werden kann. Eine unbeabsichtigte seitliche Bewegung des Bandes (10), senkrecht zur Transportrichtung der Transportelemente (20a, 20b) wird durch das Schrägstellen der Transportelemente (20, 21) um einen Winkel (α) oder durch das Steuern der Geschwindigkeit der Transportelemente, so daß das Band in gleitenden Kontakt mit den Transportelementen ist oder durch das Aufteilen der Transportelemente in Segmente, die senkrecht zur Transportrichtung beweglich sind, verhindert.



DE 100 01 637 A 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Beschreibung

1. Bereich der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verarbeiten eines Bandes in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen, insbesondere für die Herstellung eines Bandes, das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist.

2. Hintergrund der Erfindung

Die effektive und wirtschaftliche Verarbeitung von dünnen Bändern ist in vielen Technologiebereichen wichtig. Ein Beispiel ist die Deposition von dünnen Filmen von Hochtemperatur-Supraleitern auf metallischen Bändern. Hochtemperatur-Supraleiter haben in Form von dünnen Filmen exzellente stromleitende Eigenschaften. Metallbänder, die mit diesem Material beschichtet sind, bieten daher ein großes Potential für Anwendungen, wie zum Beispiel supraleitende Magnete, Motoren, Generatoren, Transformatoren, Fehlerstrombegrenzer und Kabel. Die Bänder können aus vielen verschiedenen Materialien bestehen, beispielsweise Nickel, Nickellegierungen, Stahl oder Inconel. Typischerweise haben die Bänder eine Breite im Bereich von einigen Millimetern bis Zentimetern und eine Dicke von mehreren Mikrometern.

Die Herstellung eines Bandes mit einem Hochtemperatur-Supraleiterfilm erfordert zunächst das Glätten der Bandoberfläche, beispielsweise durch mechanisches oder mechanisch-chemisches Polieren oder durch Elektropolieren. Daraufhin wird die Oberfläche mit einer oder mehreren Pufferlagen beschichtet, die als eine Diffusionsbarriere zwischen dem Metallband und dem supraleitenden Film dienen, um irgendwelche Verunreinigungen oder Beschädigungen des supraleitenden Films durch das Bandmaterial bei der Herstellungstemperatur im Bereich von typischerweise zwischen 650°C und 800°C zu verhindern.

Bei einer kontinuierlichen Herstellung muß das Band einen Verarbeitungsbereich durchlaufen, beispielsweise ein Poliergerät, eine elektrochemische Zelle oder ein Beschichtungssystem. Die Poliergeschwindigkeit und auch die Beschichtungsgeschwindigkeit sind üblicherweise begrenzt, so daß das Band in dem Verarbeitungsbereich eine bestimmte Zeit verbleiben muß. Die Transportgeschwindigkeit des Bandes sollte jedoch so hoch wie möglich sein, um eine hohe Produktionsrate und damit eine hohe Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

Theoretisch kann die Herstellungsrate bei einer gegebenen Verarbeitungsgeschwindigkeit erhöht werden indem gleichzeitig eine größere Länge des Bandes verarbeitet wird. Dies kann jedoch nur erreicht werden, indem der Verarbeitungsbereich verlängert wird, wodurch die Länge des Gesamtsystems entsprechend zunimmt. Folglich werden die Investitionskosten und die Kosten für den benötigten Platz zunehmen, so daß das gesamte Verfahren unwirtschaftlich wird. Dies ist insbesondere der Fall bei Bändern, die mit Hochtemperatur-Supraleitern beschichtet werden, da die Deposition der dünnen Filme eine aufwendige Vakuumumgebung benötigt und die Depositionsquellen bei einem vernünftigen Aufwand lediglich einen begrenzten Depositionsbereich abdecken können.

Es gibt jedoch verschiedene Möglichkeiten im Stand der Technik, um die Länge eines Bandes, das einem Verarbeitungsbereich begrenzter Ausdehnung ausgesetzt ist zu vergrößern. Eine Möglichkeit besteht darin, mehrere Bänder parallel anzuordnen und sie gleichzeitig zu verarbeiten. Eine andere Möglichkeit besteht darin ein ausreichend breites

Band zu verarbeiten und es nach der Verarbeitung in viele dünne Bänder zu schneiden. Beide Möglichkeiten haben Nachteile in bezug auf die Homogenität des Ergebnisses, da die Behandlung, beispielsweise das Polieren oder der Beschichtungsprozeß in Abhängigkeit von der Position von jedem einzelnen Band unterschiedlich ist. Beispielsweise kann das Polieren zu einer unterschiedlichen Rauigkeit führen und die Beschichtung zu variierenden Filmdicken oder chemischen Zusammensetzungen der einzelnen Bänder, d. h. im allgemeinen führt die Behandlung zu einer variierenden Qualität der einzelnen Bänder.

Das zweite Verfahren bringt das zusätzliche Risiko mit sich, daß das Band sich verzieht, beispielsweise aufgrund einer differentiellen thermischen Ausdehnung während des Hochheizens auf die Prozeßtemperatur (650°C bis 800°C) für die Deposition des dünnen Films. Dieses Verziehen verhindert möglicherweise vollständig ein homogenes Beschichten oder Polieren. Aus diesem Grund wurde im Stand der Technik eine Anordnung entwickelt, in der ein Abschnitt desselben dünnen Bandes wiederholt den Verarbeitungsbereich durchläuft, indem es in parallelen Windungen oder Schlaufen angeordnet wird, die einen flachen Bereich bilden, der simultan verarbeitet werden kann.

Solch ein Beispiel aus dem Stand der Technik ist in Fig. 9 gezeigt. Die Windungen des Bandes befinden sich auf zwei parallelen Zylindern, die auf beiden Seiten flache Bereiche bilden, die jeweils einer Verarbeitung ausgesetzt werden können wie zum Beispiel dem Polieren oder Beschichten. In einigen Fällen kann das geeignete Verarbeiten auch eine zweiseitige Behandlung des Bandes erlauben. Durch die Rotation der Zylinder wird das Band kontinuierlich transportiert, wie durch die horizontalen Pfeile in Fig. 9 dargestellt. Ein möglicher Verarbeitungsbereich wird durch das mit gestrichelten Linien dargestellte Rechteck angezeigt.

Diese Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß die Windungen des Bandes nebeneinander angeordnet werden müssen. Die Steigung des in dieser Weise auf den Zylindern angeordneten Bandes verursacht, daß sich das Band nicht nur in einer Vorwärtsrichtung (horizontale Pfeile) bewegt, sondern auch seitwärts, wie durch den vertikalen Pfeil in Fig. 9 angedeutet. Im Ergebnis bewegt sich das Band allmählich entlang der Achsen der Zylinder nach unten, so daß (bei Zylindern einer endlichen Länge) ein kontinuierlicher Transport (und eine entsprechende Verarbeitung) des Bandes nicht möglich ist.

Es ist daher ein Problem der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Verarbeitung eines Bandes in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen zu schaffen, insbesondere für die Herstellung eines mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichteten Bandes, der die oben beschriebenen Nachteile überwindet, und der eine leichte und kostengünstige Verarbeitung eines Bandes ermöglicht.

Gemäß eines weiteren Aspekts ist es ein weiteres Problem der Erfindung, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Verarbeitung eines Bandes in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen zu schaffen.

3. Zusammenfassung der Erfindung

Gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Verarbeiten eines Bandes in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen geschaffen, insbesondere zur Herstellung eines Bandes, das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist, aufweisend zumindest zwei Transportelemente, wobei das Band in einer Vielzahl von Windungen um die zumindest zwei Transportelemente angeordnet ist und wobei zumindest eines der Transportelemente um einen Winkel in bezug

auf die Orientierung der anderen Transportelemente schräggestellt ist, um eine kontinuierliche Verarbeitung des Bandes zu ermöglichen.

Das Vorsehen der zumindest zwei mit einem Winkel schräg zueinander angeordneten Transportelemente in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung kompensiert die seitliche Bewegung des Bandes entlang der Achse der Transportelemente, so daß eine kontinuierliche Verarbeitung des Bandes möglich wird.

Die Kompensierung der seitlichen Bewegung des Bandes, die durch die Schrägstellung um einen Winkel zwischen zumindest einem Zylinder und dem/den anderen Zylinder(n) geschaffen wird, entspricht vorzugsweise der Breite des Bandes zuzüglich eines optionalen Abstandes. Damit kann ein Gleichgewichtszustand erreicht werden, wenn das Band über die rotierenden Zylinder bewegt wird.

Vorzugsweise haben die zumindest zwei Transportelemente solch einen Abstand, daß die Verformung des Bandes, die durch die Schrägstellung der Transportelemente in bezug aufeinander verursacht wird, nicht die Elastizitätsgrenze des Bandes überschreitet. Dadurch werden Beschädigungen aufgrund der geringfügigen Verformung des Bandes wirksam verhindert.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind zwei Paare von jeweils parallelen Zylindern vorgesehen, die zwei parallele Bandebenen definieren, die relativ zueinander verdreht sind.

In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist zusätzlich zumindest ein Führungsmittel vorgesehen, um eine seitliche Bewegung des Bandes entlang der Transportelemente zu verhindern, die aufgrund einer geringen Fehlausrichtung der Transportelemente oder anderen mechanischen Toleranzen auftreten kann. Das Führungsmittel umfaßt vorzugsweise eine Vielzahl von Pins, die die Windungen des Bandes voneinander trennen und führen.

Gemäß eines weiter bevorzugten Ausführungsbeispiels weist die Oberfläche von zumindest einem der Transportelemente zumindest eine Wölbung pro Windung auf. Besonders bevorzugt ist eine Vielzahl von oliven- oder doppelkegelförmigen Wölbungen mit einer Höhe im Bereich eines Bruchteils eines Millimeters. Die zumindest eine Wölbung pro Windung dient dazu, das Band an seiner geometrischen Position auf der Oberfläche des Transportelementes zu halten.

Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung wird eine Vorrichtung zum Verarbeiten eines Bandes in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen geschaffen, insbesondere zur Herstellung eines mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichteten Bandes, aufweisend zumindest zwei Transportelemente, eine Steuereinheit, die den Transport des Bandes durch eine Vielzahl von Windungen um die Transportelemente steuert, so daß das Band sich im wesentlichen in gleitendem Kontakt mit den zumindest zwei Transportelementen befindet.

Durch den gleitenden Kontakt wird eine seitliche Bewegung des Bandes, wenn es die aufeinanderfolgenden Windungen durchläuft, vollständig verhindert und eine kontinuierliche Verarbeitung des Bandes ist ohne irgendwelche weiteren Hilfsmittel möglich. Vorzugsweise sind die Transportelemente rotierende Zylinder, wobei die Steuereinheit die Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder steuert, um einen gleitenden Kontakt mit dem Band zu erzeugen. Dies wird in einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel dadurch erreicht, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder größer ist als die Transportgeschwindigkeit des Bandes. Auf diese Weise wird ein Verklemmen oder eine seitliche Bewegung des Bandes zuverlässig verhindert.

Vorzugsweise wird das Band von einer Vorratsspule ge-

liefert und auf einer Aufnehmerspule aufgerollt, wobei vorzugsweise die Aufnehmerspule so angetrieben wird, daß eine konstante Transportgeschwindigkeit des Bandes erzeugt wird, und die Vorratsspule wird leicht gehremst, um eine geringe Spannung des Bandes zu erreichen. Falls nötig, ist es auch in diesem Fall wünschenswert, ein zusätzliches Führungsmittel vorzusehen, um eine seitliche Bewegung des Bandes entlang der Transportelemente, die durch mögliche mechanische Toleranzen der Vorrichtung verursacht wird, zu verhindern.

In einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der gleitende Kontakt zwischen den Transportelementen und dem Band durch eine Vibration von zumindest einem der zwei Transportelemente erreicht.

Gemäß eines weiteren Aspekts der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Verarbeiten eines Bandes in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen geschaffen, insbesondere zur Herstellung eines mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichteten Bandes, aufweisend zumindest zwei Transportelemente, um die eine Vielzahl von Windungen des Bandes angeordnet sind, wobei zumindest eines der zwei Transportelemente zumindest zwei Segmente aufweist und wobei die Segmente beweglich zueinander sind orthogonal zur Transportrichtung des Transportelementes. In diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die seitliche Bewegung des Bandes durch die Relativbewegungen der Segmente kompensiert, die dadurch ein Transportelement von "unendlicher Länge" erzeugen.

Vorzugsweise umfassen die Transportelemente jeweils zumindest drei Segmente, die angeordnet sind, um einen rotierenden Zylinder zu bilden. Somit sind während des Betriebes immer zwei Segmente in Kontakt mit dem Band, während das dritte für eine bestimmte Zeitspanne frei ist, um sich in seine Ausgangsposition zurück zu bewegen. Vorzugsweise ist jedes Segment so angeordnet, daß es seitlich durch das Band verschoben wird, wenn es in Reibungskontakt mit dem Band ist und automatisch in seine Ausgangsposition zurückgebracht wird, wenn es nicht in Reibungskontakt mit dem Band ist. Dadurch ist ein kontinuierlicher Transport des Bandes durch die aufeinanderfolgenden Wicklungen um die Zylinder möglich, wobei das Band im wesentlichen fortlaufend im Reibungskontakt mit den zwei Zylindern steht.

Gemäß eines besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels sind die Segmente in einer parallelogrammartigen Weise aufgehängt, um eine vorwärts und rückwärts gerichtete Bewegung des entsprechenden Segmentes entlang der Achse des Zylinders zu ermöglichen.

Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung wird ein Verfahren zum Verarbeiten eines Bandes in einem Bereich mit begrenzten Abmessungen geschaffen, insbesondere zur Herstellung eines Bandes, das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist, aufweisend den Schritt des Vorsehens von zumindest zwei im wesentlichen parallelen Transportelementen, des Transportierens des Bandes in einer Vielzahl von Windungen um die zumindest zwei Transportelemente, so daß das Band in einem Verarbeitungsbereich verarbeitet werden kann, wobei eine unbeabsichtigte seitliche Bewegung des Bandes entlang der longitudinalen Achsen der Transportelemente verhindert wird.

Das Verfahren gemäß der Erfindung erlaubt im Gegensatz zum Stand der Technik die kontinuierliche Verarbeitung von Bändern beliebiger Länge, so daß die Gesamtkosten für die Herstellung erheblich reduziert werden können.

Weitere Verbesserungen der Vorrichtung und des Verfahrens gemäß der Erfindung sind der Gegenstand weiterer abhängiger Ansprüche.

4. Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung im Detail beschrieben mit Bezug auf die folgenden Figuren, die zeigen:

Fig. 1a eine erläuterte Darstellung einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die zwei rotierende Zylinder verwendet;

Fig. 1b eine erläuterte Darstellung einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die drei rotierende Zylinder verwendet;

Fig. 1c bis 1e eine Unteransicht, Seitenansicht und Aufsicht einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die vier rotierende Zylinder verwendet;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des bevorzugten zusätzlichen Führungsmittels;

Fig. 3 eine Seitenansicht eines Zylinders mit einer Vielzahl von olivenförmigen Wölbungen in Übereinstimmung mit einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 ein Graph, der schematisch die Bewegungen der drei Segmente eines Zylinders in einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Zylinders aus drei Segmenten im Betrieb;

Fig. 6 eine schematische Seitenansicht einer bevorzugten parallelogrammartigen Aufhängung eines Segmentes;

Fig. 7a einen Schnitt entlang eines Zylinders mit drei in einer parallelogrammartigen Weise aufgehängten Segmenten;

Fig. 7b einen Schnitt durch den Zylinder entlang der Linie AA' in Fig. 7a;

Fig. 7c einen Schnitt durch den Zylinder entlang der Linie BB' in Fig. 7a;

Fig. 8a eine Seitenansicht der Führungsschiene und des Führungselementes eines Segmentes zur automatischen Repositionierung des Segmentes, wenn es das Band nicht kontaktiert;

Fig. 8b die Führungsschiene und das Führungselement aus Fig. 8a, in einer Ansicht entlang der Achse des Zylinders;

Fig. 8c eine schematische Darstellung, die simultan das Führungsschema auf beiden Seiten des Zylinders gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung darstellt.

Fig. 9 eine Vorrichtung nach dem Stand der Technik

5. Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Obwohl die vorliegende Erfindung in allen Fällen verwendet werden kann, in denen ein Band in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen verarbeitet werden soll, werden im folgenden gegenwärtig bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben, in denen ein Band als ein Substrat für dünne Filme eines Hochtemperatur-Supraleiters verwendet wird.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung kann gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform die unerwünschte seitliche Bewegung des Bandes (dargestellt durch den nach unten zeigenden Pfeil in Fig. 9), durch die Verwendung von zumindest zwei Transportelementen (rotierenden Zylindern) verhindert werden, wobei ein erstes Transportelement um einen Winkel α in bezug auf die Orientierung des zweiten Transportelementes schräggestellt ist.

Bevor besonders bevorzugte Ausführungsformen mit zwei rotierenden Zylindern (Fig. 1a), drei rotierenden Zylindern (Fig. 1b) oder vier rotierenden Zylindern (Fig. 1c-1e) beschrieben werden, werden einige grundlegende Überlegungen zur Kompensation einer unerwünschten seitlichen Bewegung auf zumindest zwei Transportelementen voran-

gestellt.

Um eine seitliche Bewegung zu verhindern, muß die Achse eines Zylinders so ausgerichtet werden, daß sie senkrecht zu den zwei Abschnitten des Bandes ist, die sich auf den beiden Zylinderseiten erstrecken. Dies ist für eine beliebige Richtung dieser beiden Bandabschnitte immer möglich. Unter der Annahme, daß e_1 und e_2 die Einheitsvektoren für die Abschnitte des Bandes sind, ist das Vektorprodukt $c_{12} = e_1 \times e_2$ orthogonal zu beiden Einheitsvektoren und hat damit die gewünschte Richtung. Die Orientierung des Zylinders ist immer bestimmt, solange $e_1 \times e_2 \neq 0$. Der Spezialfall $e_1 = -e_2$, in dem $e_1 \times e_2 = 0$, wird später diskutiert.

Im folgenden wird angenommen, daß eine Windung des Bandes n -Bandabschnitte umfaßt, wobei e_1 identisch ist zu e_{n+1} . Die Richtung des Zylinders, auf dem die Windung geschlossen ist, ist damit parallel zu $c_{n1} = e_n \times e_1$, und ist damit ebenfalls exakt bestimmt, solange $e_n \times e_1 \neq 0$. Somit können die c_i vorherbestimmt werden und die Zylinderorientierung kann entsprechend angepaßt werden.

Alle der e_1 bis e_n sind jedoch der Bedingung unterworfen, daß die Windungen geschlossen sein müssen, mit Ausnahme eines lateralen Versatzes, der gegeben ist durch die Breite B des Bandes und eines optionalen Abstandes zwischen den Bändern. Von einem Bandabschnitt mit der Richtung e_i und der Länge L_i , durch einen folgenden Bogen mit dem Radius ρ_i auf dem benachbarten Zylinder, bewegt sich das Band wie folgt:

$$\Delta R_i = c_i L_i + (e_i + e_{i+1}) \rho_i \tan \beta_i$$

wobei β_i gegeben ist durch das Skalarprodukt $c_i c_{i+1} = \cos 2\beta_i$, und wobei die e_i in die Bewegungsrichtung des Bandes zeigen sollten. Die Bedingung zum Schließen der Windung mit dem seitlichen Versatz ist damit

$$p = \sum \Delta R_i,$$

wobei der Index i von 1 bis n läuft.

Im leichtesten Fall sind alle L_i , β_i und ρ_i gleich. Dies kann angenähert werden durch eine völlig symmetrische Orientierung der Zylinder, auf denen das Band in Form einer Helix angeordnet ist. In diesem Fall gilt $p = L \sum c_i + \rho \tan \beta \sum (c_i + e_{i+1}) = (L + 2\rho \tan \beta) + \sum c_i$. Somit hat p die Durchschnittsrichtung aller Bandabschnitte und somit die Richtung der Achse der Helix und der seitliche Versatz kann durch den Vorfaktor eingestellt werden. Die völlig symmetrische Anordnung ist somit möglich für alle $n > 2$.

In praktischer Hinsicht ist es ferner wichtig zu bemerken, daß der Bandabschnitt i eine Verdrehung um einen Winkel α_i aufweist, wenn benachbarte Zylinder nicht parallel zueinander sind. In solch einem Fall entspricht α_i dem Winkel zwischen den zwei Zylindern und entspricht damit dem Winkel zwischen $c_{i-1,i} = e_{i-1} \times e_i$ und $c_{i,i+1} = e_i \times e_{i+1}$, der gegeben ist durch

$$\cos \alpha_i = c_{i-1,i} c_{i,i+1} / |c_{i-1,i} c_{i,i+1}|$$

Die Verdrehung führt zu einer Verdrehung der Ränder des Bandes in bezug auf die Mittellinie, so daß die Ränder gedehnt werden, wobei der mittlere Bereich entsprechend komprimiert wird. Die entsprechenden Deformationen ϵ sind:

$$\epsilon = \pm (B\alpha/4L)^2$$

wobei B der vollen Breite des Bandes entspricht, L die Länge des Bandabschnittes ist und α in Radian (rad) gemessen wird. Diese Deformation muß innerhalb der elastischen

Grenze ϵ_{\max} des Bandmaterials liegen (die beispielsweise 10^{-3} für Stahl bei Raumtemperatur beträgt) um eine plastische Deformation des Bandes zu verhindern:

$$\alpha < (4L/B)/\sqrt{\epsilon_{\max}}$$

Unter der Annahme von typischen Werten wie $B = 10$ mm und $L = 50$ mm ergibt sich $\alpha < 35^\circ$.

Unter Berücksichtigung der obigen theoretischen Überlegungen wird eine erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit zwei sich drehenden Zylindern diskutiert unter Bezugnahme auf Fig. 1a. Wie in Fig. 1a zu erkennen, werden zwei sich drehende Zylinder 20, 21 verwendet, um die ein Band 10 gewunden ist. Die Breite des Bandes 10 wird durch B angegeben, wohingegen der seitliche Versatz, der der Breite B zuzüglich eines Abstandes zwischen den beiden Windungen entspricht, mit einem p bezeichnet wird. Hier gilt der zuvor genannte Spezialfall, in dem $e_1 = -e_2$ oder $e_1 \times e_2 = 0$, so daß die obigen Überlegungen hier nicht gelten. In diesem Fall können die Zylinder um eine Achse gedreht werden, die parallel zu e_1 und e_2 ist. Die Drehung um einen Winkel α kann somit durchgeführt werden, so daß der seitliche Versatz allein durch die Windungen des Bandes auf den Zylindern geschaffen wird. Wie aus Fig. 1 zu erkennen ist

$$\alpha = p/2D,$$

wobei p der seitliche Versatz ist und D der Durchmesser des Zylinders.

In diesem Ausführungsbeispiel sind die Oberflächen des Bandes, die durch die zwei Zylinder definiert werden, keine ebenen Oberflächen. Dies ist jedoch für eine Vielzahl von Anwendungen nicht relevant.

Wenn jedoch eine ebene Oberfläche für die entsprechende Bandverarbeitung nötig wird, kann ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ausgewählt werden, das in Fig. 1b gezeigt ist. Dieses Ausführungsbeispiel verwendet drei Zylinder 20, 21a, 21b, von denen zwei 21a, 21b im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind, während der dritte 20 einen vergleichsweise großen Durchmesser hat und um den Winkel α schräggestellt ist. Durch diese Anordnung kann eine ebene Verarbeitungsoberfläche zwischen den zwei kleinen Zylindern 21a und 21b geschaffen werden.

In einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das in den Fig. 1c bis 1e gezeigt ist, ist ein Band 10 in einer Vielzahl von Windungen um zwei Paare von Zylindern angeordnet. Zur Vereinfachung sind lediglich zwei Windungen in den Fig. 1c bis 1e dargestellt. Wie man aus der Seitenansicht in Fig. 1d erkennen kann, sind die Zylinder des oberen Paares 20a und 20b vorzugsweise parallel zueinander ausgerichtet, aber mit einer geringen Schrägstellung gegenüber dem zweiten Paar von Zylindern 21a und 21b. Das zweite Paar ist um einen Winkel α in bezug auf das erste Paar in solch einer Weise schräggestellt, daß die beiden flachen Ebenen 11 und 12, die von dem Band gebildet werden, parallel zueinander sind. Im Ergebnis wird das Band 10 zur nächsten Windung versetzt. Der Winkel α ist gegeben durch:

$$\alpha = 2\arcsin(p/(2L + 4p))$$

wobei p der seitliche Versatz ist, L die Länge von jedem Abschnitt in den Ebenen und p der Radius der Zylinder (vergleiche Fig. 1c). In einem typischen Beispiel mit $p = 11$ mm und $L = 200$ mm, wird ein Winkel $\alpha = 2,5^\circ$ erhalten.

Um den stabilen Transport des Bandes um die Zylinder

ohne eine unbeabsichtigte seitliche Bewegung entlang der Achsen der Zylinder weiter zu verbessern, wird vorzugsweise ein Gatter 30 oder eine ähnliche Einrichtung (vergleiche Fig. 2) in der Nähe der Zylinder angeordnet. Solch ein

Gatter umfaßt vorzugsweise einen Träger 32 mit einem sich longitudinal erstreckenden Schlitz 33, der durch eine Vielzahl von vorzugsweise zylindrischen Pins 31 unterbrochen ist. Die Abschnitte des Schlitzes 33, die durch die Pins 31 gebildet werden, sind so geartet, daß die Windungen des Bandes 10 hindurch passen.

Die seitliche Führung des Gatters, die durch die zylindrischen Pins geschaffen wird, paßt sich selbst ohne die Notwendigkeit einer Einstellung an die Steigung des Bandes an. Der obere und untere Teil des Trägers 32 verhindern, daß das Band nach oben gebogen wird, selbst wenn es durch die Pins gesichert wird. Üblicherweise sind die Scherkräfte klein genug, so daß ein oberer Teil des Trägers 33 nicht notwendig ist. Vorzugsweise sind mehrere Gatter 30 wie das in Fig. 2 gezeigte vorgesehen.

Gemäß eines alternativen Ausführungsbeispiels kann das Band 10 gegen eine seitliche Bewegung entlang der Achsen der Zylinder 20a, 20b, 21a, 21b stabilisiert werden, indem zumindest einer der Zylinder 20a, 20b, 21a, 21b mit einer vorzugsweise axialsymmetrischen Form versehen wird, die eine Vielzahl von sich auf dem Umfang befindenden Wölbungen 25 aufweist, die den Windungen des Bandes 10 entsprechen. Dies ist exemplarisch in Fig. 3 gezeigt, wo der Zylinder die Form einer Abfolge von flachen "Oliven" hat. Solch eine Krümmung verursacht, daß sich das Band automatisch in der Nähe des höchsten Punktes jeder Olive zentriert. Wenn das Band von dem höchsten Punkt abweicht, befindet es sich auf einer im wesentlichen konischen Oberfläche, die eine zusätzliche Verkipfung des Bandes erzeugt, so daß es sich während des weiteren Transports zurück auf den höchsten Punkt dreht. Anstelle der eine glatte Krümmung aufweisenden Oliven 25 ist es ferner möglich, eine Form von flachen Doppelkegeln (nicht dargestellt) zu verwenden. Aus Gründen einer klareren Darstellung sind die Wölbungen in Fig. 3 stark vergrößert dargestellt. Vorzugsweise beträgt die Korrugation nur Bruchteile eines Millimeters.

Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels (nicht dargestellt) der Erfindung sind lediglich zwei parallele Zylinder 20a, 20b vorgesehen, die sich mit solch einer Geschwindigkeit drehen, daß das Band 10 keine Haftreibungskraft erfährt, sondern im wesentlichen auf der Oberfläche der Zylinder 20a, 20b gleitet. Wenn das Band 10 auf der Oberfläche der Zylinder 20a, 20b gleitet, wird keine starke Kraft benötigt, um das Band seitlich zu stabilisieren. Für eine weitere Stabilisierung können Gatter 30, wie in Fig. 2 gezeigt, verwendet werden, um eine Gleitbewegung des Bandes in bezug auf die Zylinderoberfläche zu erzeugen, um die seitliche Bewegung des Bandes 10 zu kompensieren.

Bei einem typischen kontinuierlichen Herstellungsprozeß wird das Band 10 von einer Versorgungsspule (nicht dargestellt) abgerollt, läuft zum Polieren, Beschichten oder irgendeiner anderen Verarbeitung über die Zylinder 20a, 20b und wird schließlich wiederum durch eine Aufnehmerspule (nicht dargestellt) aufgerollt. Vorzugsweise wird die Bandgeschwindigkeit durch die Aufnehmerspule bestimmt, deren Drehung über einen Schrittmotor oder ähnliches (nicht dargestellt) gesteuert wird, so daß die Bandgeschwindigkeit vorzugsweise trotz des zunehmenden Spulendurchmessers konstant ist. Der gesamte Prozeß und die Geschwindigkeit der Aufnehmerspule, der Zylinder usw. wird vorzugsweise durch einen Computer gesteuert (nicht dargestellt). Die Aufnehmerspule wird vorzugsweise durch leichtes Bremsen zurückgehalten, um eine gewisse Spannung im Band zu erzeugen.

gen.

Um eine Haftreibung des Bandes 10 auf den Zylindern 20a, 20b zu verhindern, ist es vorteilhaft, das Band 10 mit einer Geschwindigkeit zu transportieren, die sich von der Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder 20a, 20b unterscheidet. Besonders bevorzugt ist eine deutlich niedrigere Bandgeschwindigkeit, d. h. die Zylinder 20a, 20b haben eine Umfangsgeschwindigkeit, die größer ist als die Transportgeschwindigkeit des Bandes 10. Vorzugsweise beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder 20a, 20b das Doppelte der Geschwindigkeit des Bandes 10. Somit gleitet das Band 10 kontinuierlich auf den Zylindern 20a, 20b und kontaktiert sie nur lose, so daß es leicht eine seitliche Gleitbewegung durchführen kann, wie oben beschrieben.

Wenn der Transport des Bandes begonnen wird und die Zylinder 20a, 20b schneller laufen als die Aufnehmerspule, wird das anfangs gespannte Band 10 durch die Zylinder zunächst mitgenommen, es staut sich jedoch bald bei der langsameren Aufnehmerspule. Dies verringert die Spannung der letzten Windung, bis sie auf den Zylindern 20a, 20b zu gleiten beginnt. Daraufhin wird die Spannung der vorletzten Windung verringert usw., solange bis alle Windungen auf den Zylindern 20a, 20b gleiten. Auf diese Weise wird eine gleitende Wechselwirkung zwischen dem Band 10 und den Zylindern 20a, 20b erreicht.

Ein Führungsmittel wie das Gatter 33, das in Fig. 2 gezeigt ist, ist ferner bevorzugt, um das Band seitlich zu stabilisieren. Eine bestimmte Reibungskraft, die von diesem Gatter erzeugt wird, ist wünschenswert, da selbst ohne irgendeine Spannung das Band 10 eine geringfügige Reibungskraft aufgrund seines Eigengewichtes erfahren kann. Dadurch kann das Band 10 mit der Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder nach vorne geschoben werden, so daß es durchhängt und nicht mehr korrekt transportiert werden kann. Dies kann leicht verhindert werden durch eine gewisse Reibungskraft der Gatter. Falls dies nicht ausreichend ist, kann irgendeine Vorrichtung mit genug Reibungskraft an jeder Windung vorgesehen werden. Solch eine Reibungskraft kann beispielsweise geschaffen werden durch eine Platte (nicht gezeigt), die zwischen den zwei Zylindern 20a, 20b angeordnet ist und simultan als eine Unterstützung oder eine Abschirmung für den Prozeß dient, dem das Band 10 unterworfen wird.

Gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels (nicht dargestellt) wird das Gleiten zwischen dem Band und der Oberfläche der Zylinder 20a, 20b durch die Vibration der Zylinder 20a, 20b erzeugt. Dies kann eine ausschließlich tangentielle Bewegung parallel zur Zylinderoberfläche in Richtung des Umfangs der Zylinder 20a, 20b sein oder in Richtung der Achsen der Zylinder 20a, 20b.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, das in den Fig. 5 bis 8 dargestellt ist, gleitet das Band 10 nicht auf einem der Zylinder 20a, 20b, sondern die seitliche Kompensationsbewegung wird durch die Zylinder 20a, 20b selbst geschaffen. Da die Länge der Zylinder 20a, 20b begrenzt ist, können sie in einem kontinuierlichen Prozeß nicht unbegrenzt seitlich bewegt werden. Aus diesem Grund wird der Teil der Zylinderoberfläche, der nicht mit dem Band in Kontakt steht, zurück bewegt, dies wird erreicht, indem die Zylinder 20a, 20b in Längsrichtung in mehrere Segmente 40a, 40b, 40c aufgeteilt werden. Jedes Segment 40a, 40b, 40c ist in Längsrichtung beweglich und in anderen Richtungen unbeweglich befestigt.

Vorzugsweise führen die Segmente 40a, 40b, 40c, die das Band 10 berühren, eine gleichförmige Schraubenbewegung durch, die sich aus der Rotation der Zylinder 20a, 20b und einer linearen seitlichen Bewegung ergibt, die die seitliche Bewegung des Bandes 10 kompensiert. Sobald der Zylinder

20a, 20b soweit fortgeschritten ist, daß das Band 10 ein Segment verläßt und es damit frei beweglich ist, kann es in die Ausgangsposition zurückgeschoben werden. Diese Bewegungsabfolge ist in den Fig. 4 und 5 dargestellt. In diesem Beispiel wurden drei Segmente 40a, 40b, 40c pro Zylinder 20a, 20b angenommen.

Die Anzahl der Segmente von jedem Zylinder 20a, 20b sollte so klein wie möglich sein, um die Konstruktion der Zylinder zu vereinfachen. Eine minimale Anzahl ist zwei Segmente. Die gegenwärtig bevorzugte Ausführungsform verwendet drei Segmente 40a, 40b, 40c pro Zylinder 20a, 20b und ist schematisch in Fig. 6 dargestellt. Andere Anzahlen von Segmenten sind ebenfalls möglich.

Darüber hinaus können die Segmente, falls benötigt, unterschiedliche Größe aufweisen.

Eine geeignete Aufhängung der Segmente 40a, 40b, 40c muß eine sanfte seitliche Bewegung ermöglichen, sollte jedoch keine Bewegung in Richtung der Rotation oder in einer radialen Richtung erlauben. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist eine Parallelogrammführung, wie sie exemplarisch für das Segment 40a in der schematischen Zeichnung aus Fig. 6 dargestellt ist.

Die Achse 50 des Zylinders trägt auf beiden Seiten Klauenräder 60a, die in ihren Bereichen, die gegenüber dem entsprechenden Segment angeordnet sind, Klauen 61a mit Gelenken 62a aufweisen. Zwei Hebel 63a erstrecken sich von den Gelenken 62a zu den entsprechenden Klauen 41a des Segmentes 40a. Im Ergebnis kann das Segment 40a, eine vorwärts und zurück gerichtete Bewegung durchführen, wie durch den Doppelpfeil in Fig. 6 angedeutet. Die Fig. 7a, b, c zeigen eine Seitenansicht und zwei Schnitte einer besonders bevorzugten Ausführungsform eines Zylinders mit drei Segmenten 40a, 40b, 40c. Wie man sehen kann, sind die Hebel 63a, 63b, 63c der Parallelogrammführung so angeordnet, daß eine unabhängige Bewegung von jedem Segment entlang der Achse 50 möglich ist.

Genauer betrachtet schafft die Parallelogrammführung nicht eine ausschließlich lineare Bewegung, sondern verursacht gleichzeitig eine geringfügige Bewegung in radialer Richtung. Diese radiale Bewegung kann minimiert werden unter der Verwendung von Hebeln 63a, 63b, 63c, die so lang wie möglich sind. Beispielsweise ist die maximale seitliche Bewegung eines Segments typischerweise $S = 1$ mm, wobei die Länge des Hebels 63a typischerweise $K = 50$ mm ist, in etwa gleich dem Durchmesser des Zylinders 20a, 20b. Da die seitliche Bewegung sehr klein ist, ist die radiale Bewegung in guter Näherung:

$$\Delta p = \frac{1}{2} S^2 / K.$$

Im Fall der obengenannten Dimensionen ergibt dies eine radiale Bewegung von lediglich 0,01 mm, die vollständig zu vernachlässigen ist.

Obwohl die bevorzugte parallelogrammartige Aufhängung im Detail beschrieben worden ist, ist es ferner möglich, eine Vielzahl von beweglichen Segmenten durch andere Konstruktionen zu schaffen, beispielsweise unter der Verwendung von linearen Kugellagern etc.

Ein Führungsmittel wie das Gatter 33, das in Fig. 2 gezeigt ist, ist ferner bevorzugt, um das Band seitlich zu stabilisieren. Vorzugsweise sind die Segmente 40a, 40b, 40c an ihren Enden mit einem Führungselement 70 ausgerüstet, (beispielsweise Haken, kleine Räder, Zylinder, Pins etc.), die durch die Schienen 80 oder ähnliches während der Rotation der Zylinder 20a, 20b geführt werden, wie in den Fig. 8a bis 8c gezeigt. Wie aus Fig. 8b zu erkennen, sind die Führungsschienen 80 vorzugsweise kreisförmig und an ihren Enden vorzugsweise trichterförmig (vgl. Fig. 8c), um eine

zuverlässige Aufnahme und zuverlässige Startposition des Führungselementes sicherzustellen.

Falls nötig, kann die Führungsschiene 80 und/oder das Führungselement 70 Federelemente umfassen (nicht dargestellt), um kleinere mechanische Toleranzen zu kompensieren.

Die zwei Schienen 80 sind vorzugsweise vorgesehen, um die Segmente 40a, 40b, 40c für den Fall einer vorwärts gerichteten Drehung ebenso wie einer rückwärts gerichteten Drehung zu führen. Dies ist schematisch in Fig. 8c dargestellt, die gleichzeitig das linke und das rechte Führungselement 70 eines bevorzugten Zylinders zeigt und die entsprechenden Führungsschienen 80 (der Zylinder selbst ist nicht gezeigt und nur durch die gestrichelte Linie angedeutet).

Vorzugsweise berührt das Führungselement 70 die entsprechende Führungsschiene kurz bevor der Reibungskontakt zwischen dem Band und dem entsprechenden Segment endet und wird von den Schienen 80 geführt, bis das Band 10 das Segment durch die Reibungswechselwirkung erneut "erfaßt" hat. Dadurch kann irgendeine unbeabsichtigte Bewegung der Segmente (beispielsweise aufgrund der Schwerkraft) verhindert werden.

Die Ränder der Segmente sind vorzugsweise abgerundet (nicht gezeigt in den Figuren), um das Band 10 nicht zu beschädigen. Dies kann auch erreicht werden, indem die Segmente in der Nähe ihrer Enden mit einer geringfügig reduzierten Dicke ausgestattet werden, wodurch der Durchmesser des Zylinders lokal verringert wird.

Patentsprüche

1. Vorrichtung zur Verarbeitung eines Bandes (10) in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen, insbesondere für die Herstellung eines Bandes (10), das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist, aufweisend:
 - a. zumindest zwei Transportelemente (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b), wobei
 - b. das Band (10) in einer Vielzahl von Windungen um die zumindest zwei Transportelemente (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b) angeordnet ist; und
 - c. zumindest eines der Transportelemente (21, 21a, 21b) um einen Winkel (α) schräg ausgerichtet ist in bezug auf die Orientierung der anderen Transportelemente (20; 20a, 20b), um eine kontinuierliche Verarbeitung des Bandes (10) zu ermöglichen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Transportelemente (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b) rotierende Zylinder sind.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Anordnung des Bandes (10) in einer Vielzahl von Windungen so geartet ist, daß die Abschnitte des Bandes (10) zwischen den zumindest zwei Transportelementen (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b) zwei durchgehende Oberflächen bilden, von denen zumindest eine eine ebene Oberfläche ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, wobei der Winkel (α) einen seitlichen Versatz des Bandes (10) während einer Windung erzeugt, der der Breite des Bandes (10) und einem optionalen Abstand entspricht.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Entfernung zwischen den zumindest zwei Transportelementen (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b) so ist, daß eine Verformung des Bandes (10), die durch die Schrägstellung der zumindest zwei Transportelemente (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b) in bezug aufeinander

verursacht wird, nicht die Elastizitätsgrenze des Bandes (10) überschreitet.

6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei zumindest ein Führungsmittel (30) vorgesehen ist, um eine seitliche Bewegung des Bandes (10) entlang der Transportelemente (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b) zu verhindern.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei das Führungsmittel (30) eine Vielzahl von Pins (31) umfaßt, die die Windungen des Bandes (10) voneinander trennen und führen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei zumindest eines der Transportelemente (20, 21; 20, 21a, 21b; 20a, 20b, 21a, 21b) zumindest eine Wölbung (25) pro Windung aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Wölbungen (25) oliven- oder doppelkegelförmig sind und eine Höhe von einem Bruchteil eines Millimeters aufweisen.

10. Vorrichtung zum Verarbeiten eines Bandes (10) in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen, insbesondere zur Herstellung eines Bandes (10), das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist, aufweisend:

- a. zumindest zwei Transportelemente (20a, 20b);
- b. eine Steuereinheit, die den Transport des Bandes (10) in dem Verarbeitungsbereich durch eine Vielzahl von Windungen um die Transportelemente (20a, 20b) steuert, so daß
- c. das Band (10) im wesentlichen im gleitenden Kontakt mit den zumindest zwei Transportelementen (20a, 20b) ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Transportelemente (20a, 20b) rotierende Zylinder sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Steuereinheit die Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder (20a, 20b) unabhängig von der Geschwindigkeit des Bandes (10) steuert, um einen gleitenden Kontakt zum Band zu erzeugen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Umfangsgeschwindigkeit der Zylinder (20a, 20b) größer ist als die Transportgeschwindigkeit des Bandes (10).

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei eine Vorratsspule und eine Aufnehmerspule vorgesehen sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Aufnehmerspule angetrieben wird, um eine konstante Transportgeschwindigkeit des Bandes (10) zu erzeugen und die Vorratsspule leicht verzögert wird, um eine leichte Spannung des Bandes (10) zu erzeugen.

16. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 10-15, wobei ein Führungsmittel (30) vorgesehen ist, um eine seitliche Bewegung des Bandes (10) entlang der Transportelemente (20a, 20b) zu verhindern.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei das Führungsmittel (30) eine Vielzahl von Pins (31) aufweist, die die Windungen des Bandes (10) voneinander trennen und führen.

18. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei zumindest eines der zwei Transportelemente (20a, 20b) vibriert, um einen gleitenden Kontakt zwischen den Transportelementen (20a, 20b) und dem Band (10) zu erzeugen.

19. Vorrichtung zum Verarbeiten eines Bandes (10) in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen, insbesondere zur Herstellung eines Bandes (10), das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist, aufweisend:

- a. zumindest zwei Transportelemente (20a, 20b), um die eine Vielzahl von Windungen des Bandes (10) angeordnet sind in dem Verarbeitungsbe-
reich, wobei
b. zumindest eines der zwei Transportelemente (20a, 20b) zumindest zwei Segmente aufweist (40a, 40b, 40c); und
c. die zumindest zwei Segmente (40a, 40b, 40c) in bezug aufeinander beweglich sind, senkrecht zur Transportrichtung der Transportelemente (20a, 20b).
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei die zumindest zwei Segmente (40a, 40b, 40c) angeordnet sind, um einen rotierenden Zylinder zu bilden.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei jedes der Segmente (40a, 40b, 40c) so angeordnet ist, daß es seitlich durch das Band (10) verschoben wird, wenn es in Reibungskontakt mit dem Band (10) ist und automatisch in seine Ausgangsposition gebracht wird, wenn es nicht in Reibungskontakt mit dem Band ist (10).
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Segmente (40a, 40b, 40c) in einer parallelogrammartigen Weise aufgehängt sind, um eine nach vorne und nach hinten gerichtete Bewegung des entsprechenden Segmentes (40a, 40b, 40c) entlang der Achse des Zylinders zu ermöglichen.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei ein Paar von Aufhängungsrädern (60a, 60b) auf beiden Seiten des Zylinders vorgesehen ist, an dem jedes Segment über zwei parallele Hebel (63a, 63b, 63c) befestigt ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21–23, wobei zumindest eine Führungsschiene (80) neben einem der Enden eines Segmentes (40a, 40b, 40c) des Zylinders (20a, 20b) vorgesehen ist, die mit zumindest einem Führungselement (70) zusammenwirkt, das an dem entsprechenden Ende von zumindest einem Segment (40a, 40b, 40c) angeordnet ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, wobei die Führungsschiene (80) und das Führungselement (70) begannen miteinander wechselzuwirken, wenn das Band (10) noch in Kontakt mit dem entsprechenden Segment (40a, 40b, 40c) ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, wobei die Führungsschiene (80) und das Führungselement (70) wechselwirken bis das Band (10) und das entsprechende Segment (40a, 40b, 40c) wiederum in Reibungskontakt sind.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19–26, wobei ein Führungsmittel (30) vorgesehen ist, um eine seitliche Bewegung des Bandes (10) entlang der Transportelemente zu verhindern.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, wobei das Führungsmittel (30) eine Vielzahl von Pins (31) umfaßt, um die Windungen des Bandes (10) voneinander zu trennen und zu führen.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei das Führungsmittel (30) neben dem Bereich von zumindest einem Transportelement (20a, 20b) angeordnet sind, wo die Windungen des Bandes (10) das zumindest eine Transportelement berühren.
30. Verfahren zum Verarbeiten eines Bandes (10) in einem Verarbeitungsbereich mit begrenzten Abmessungen, insbesondere für die Herstellung eines Bandes (10), das mit einem Hochtemperatur-Supraleiter beschichtet ist, aufweisend die Schritte:
- Bereitstellen von zumindest zwei Transportelementen (20a, 20b);
 - Transportieren des Bandes (10) in einer Viel-

- zahl von Windungen um die zumindest zwei Transportelemente (20a, 20b), so daß das Band (10) in dem Verarbeitungsbereich verarbeitet werden kann, wobei
c. eine unbeabsichtigte seitliche Bewegung des Bandes (10) entlang der Längsachse der Transportelemente (20a, 20b) verhindert wird.
31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei die seitliche Bewegung des Bandes (10) verhindert wird, indem das Band (10) über zumindest zwei Transportelemente (21) transportiert wird, die mit einem Winkel (α) in bezug aufeinander angeordnet sind.
32. Verfahren nach Anspruch 30, wobei die seitliche Bewegung des Bandes (10) verhindert wird, indem das Band (10) transportiert wird, so daß es lediglich in Gleitreibungskontakt mit den Transportelementen (20a, 20b) ist.
33. Verfahren nach Anspruch 30, wobei die seitliche Bewegung des Bandes (10) verhindert wird, indem zumindest eines der Transportelemente (20a, 20b) mit zumindest zwei Segmenten versehen wird, die sich orthogonal zur Transportrichtung bewegen.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

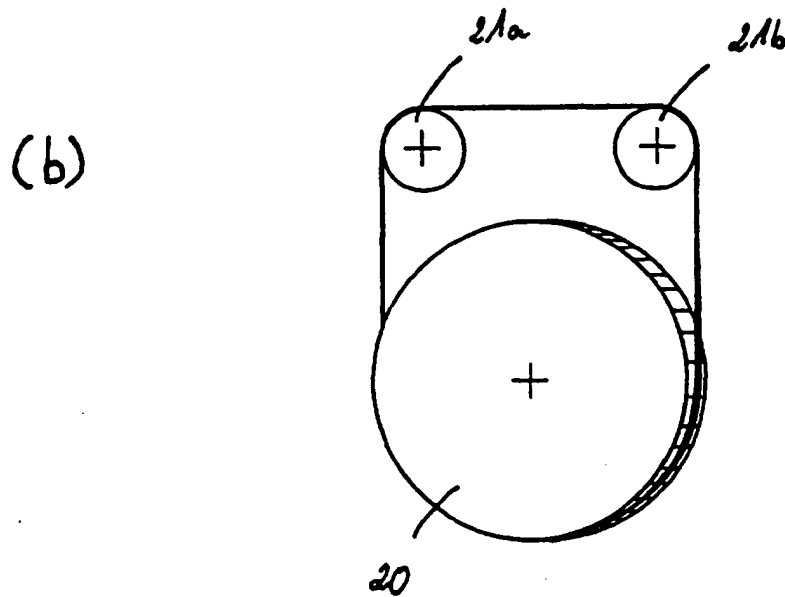
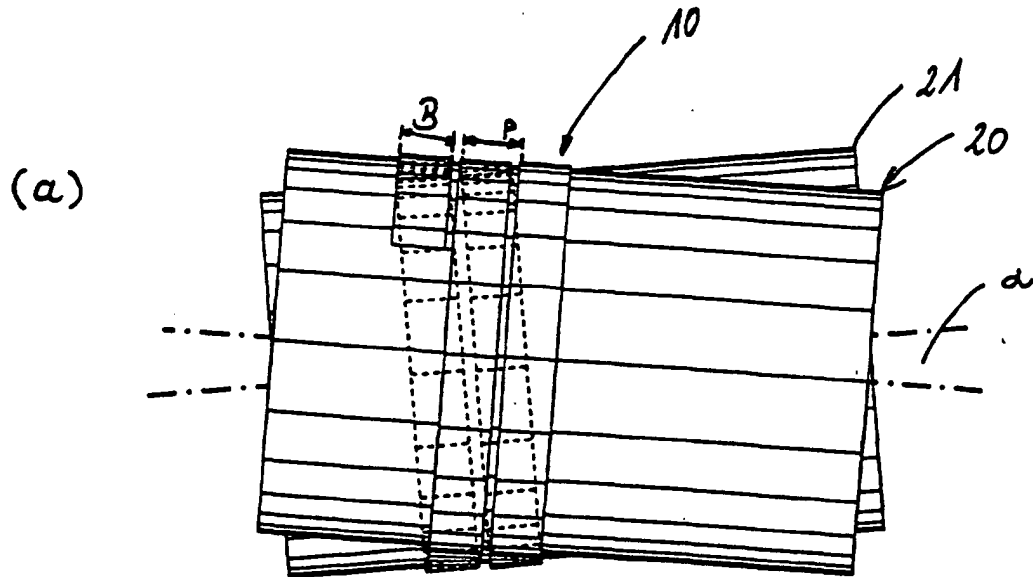


Fig. 1

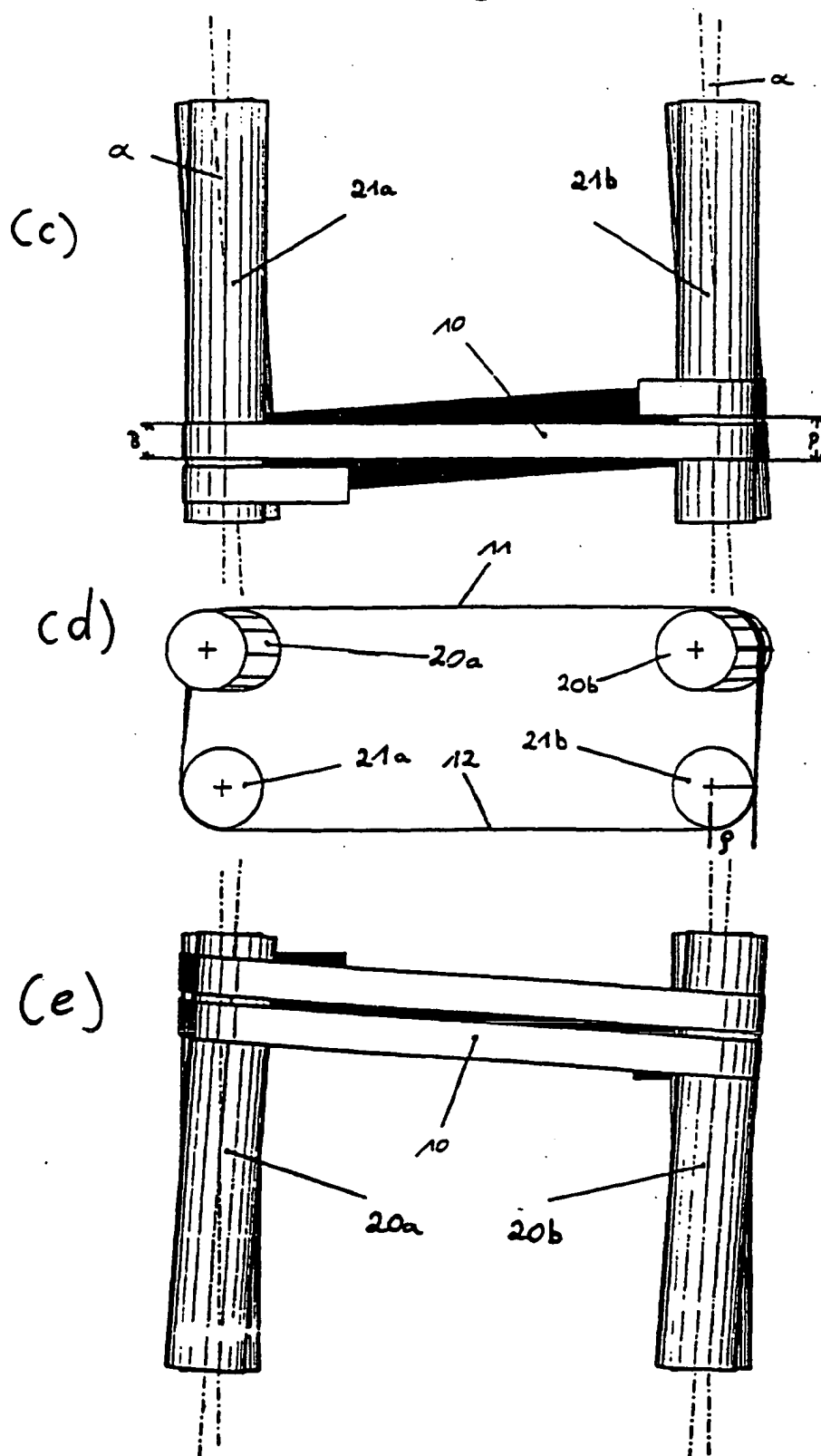


Fig. 2

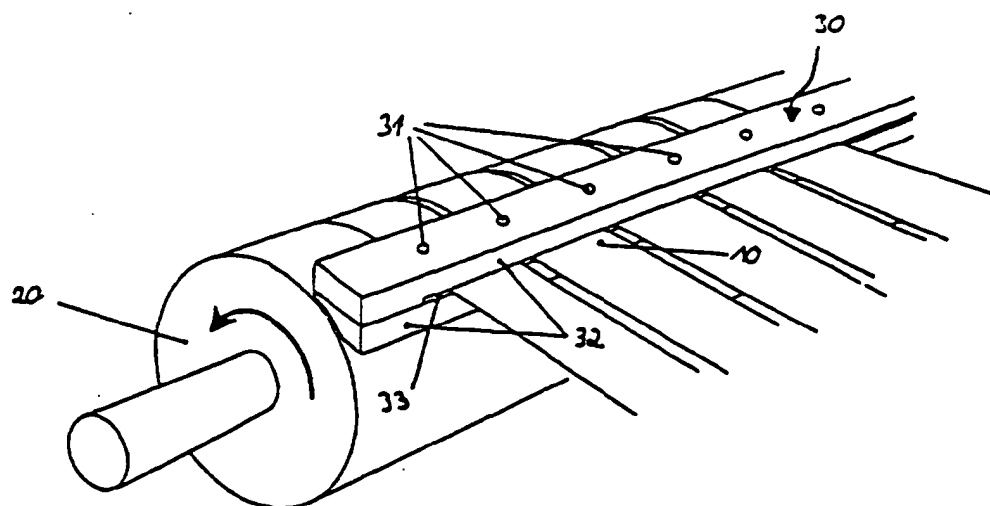


Fig. 3

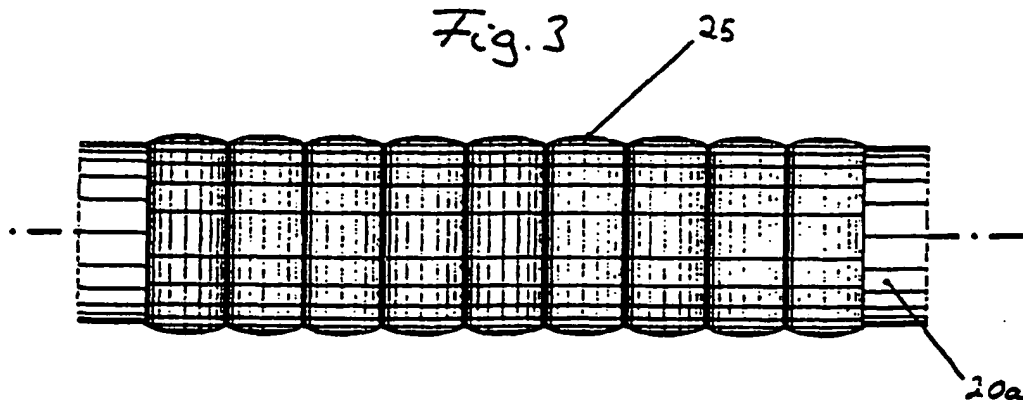
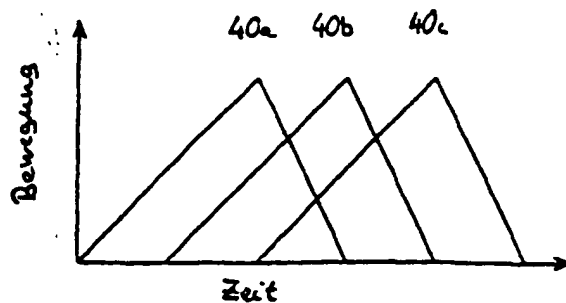


Fig. 4



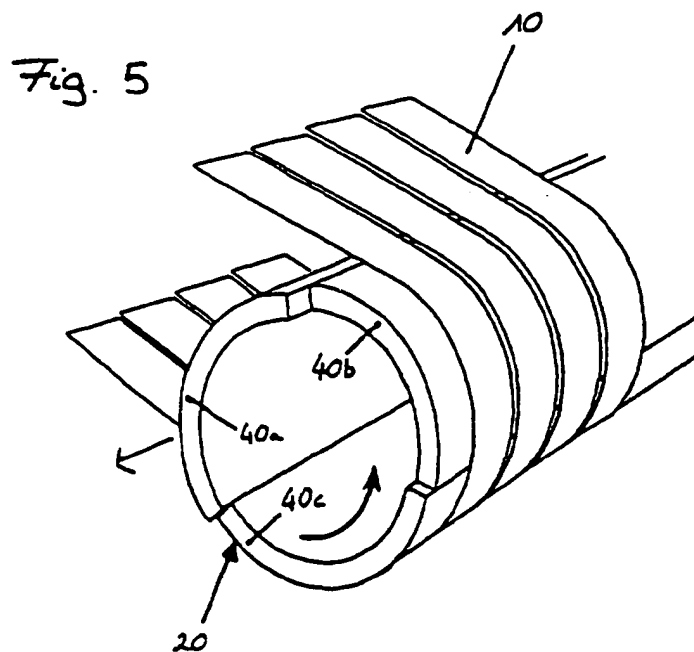


Fig. 6

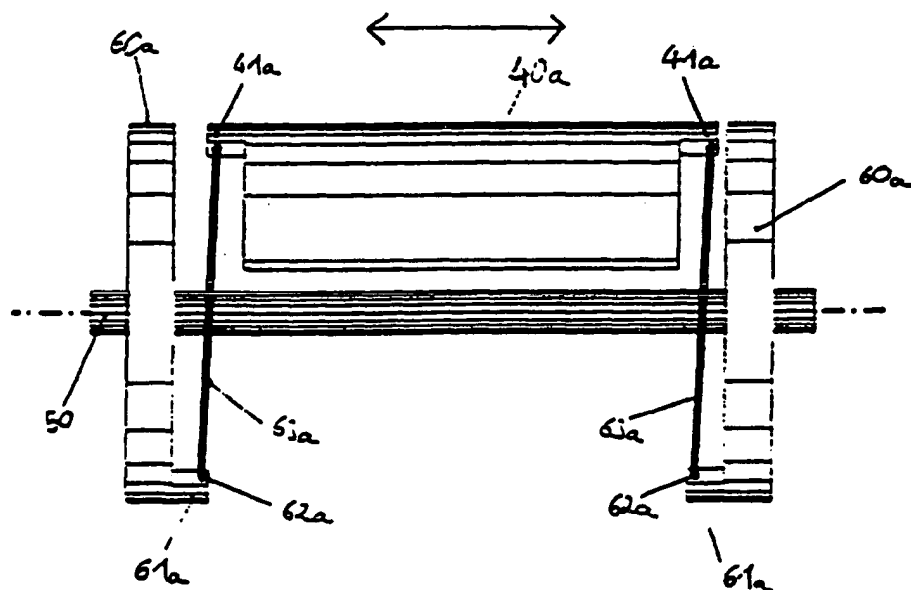


Fig. 7

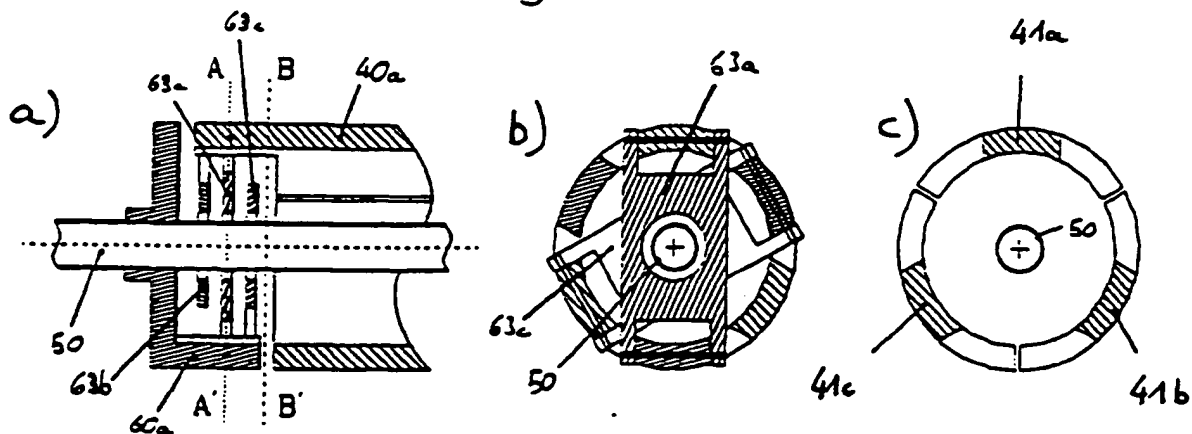


Fig. 8

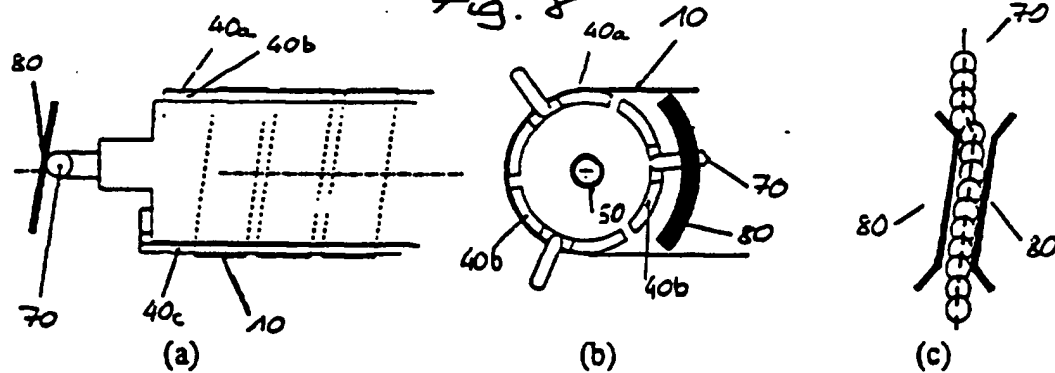
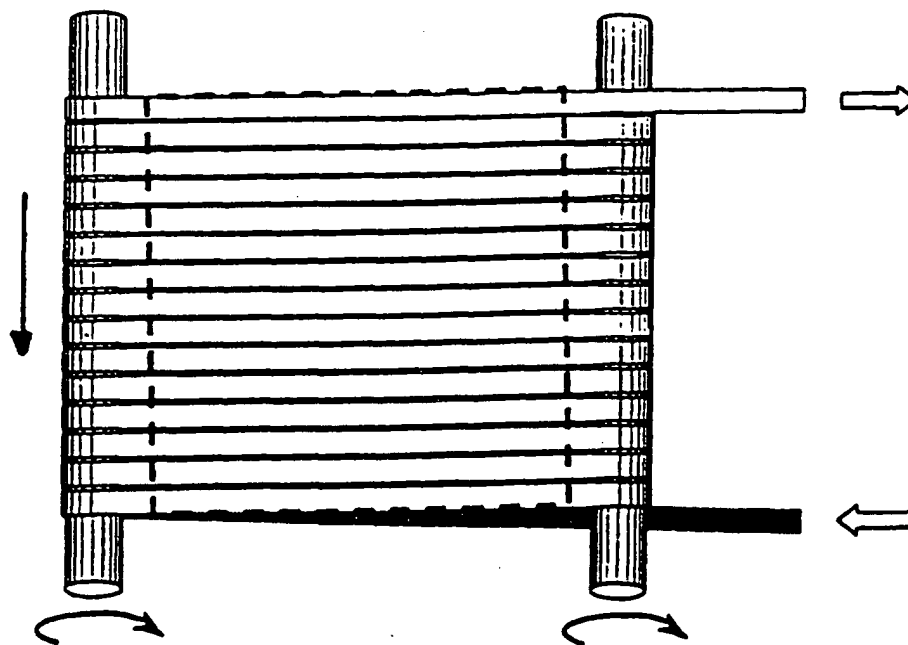


Fig. 9



STAND DER TECHNIK

THIS PAGE BLANK (USPTO)